

*к.т.н. Самчелев Ю.П.,
к.т.н. Дрючин В.Г.,
к.т.н. Шевченко И.С.,
Белоха Г.С.
(ДонГТУ, г. Алчевск, Украина)*

ОДНОФАЗНЫЙ ЧАСТОТНО-ТОКОВЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ

Показана можливість побудови однофазного високоефективного частотно-струмового перетворювача.

Ключові слова: високоефективний, частотно-струмовий, перетворювач.

Показана возможность построения однофазного высокоэффективного частотно-токового преобразователя.

Ключевые слова: высокоэффективный, частотно-токовый, преобразователь.

Введение. Современные устройства преобразовательной техники (УПТ) работают в условиях постоянно действующих на них различных возмущений: внешних (колебания напряжения сети, частоты, асимметрии напряжений и токов и др.) и параметрических (изменение параметров нагрузки, регуляторов и др.) и при этом они являются, как правило, генераторами высших гармоник в сеть.

Поэтому УПТ должны отвечать требованиям, определяющим их эффективность: предельное быстродействие, точность, широкий диапазон регулирования тока (напряжения), малая чувствительность к действию возмущений, высокая степень электромагнитной совместимости с сетью и нагрузкой.

Цель работы. Продемонстрировать возможность построения УПТ, реализующего частотно-токовый режим, отвечающего указанным выше требованиям и выполненного в однофазном исполнении.

Материал исследования. Поставленная задача решается посредством объединения релейного принципа управления с принудительным формированием потребляемого из сети тока синусоидальной формы при отсутствии фазового сдвига между током и напряжением сети.

Функциональная схема преобразователя представлена на рисунке 1. В качестве нагрузки может быть двигатель постоянного тока [1], нагрузка активно-индуктивная или емкостная.

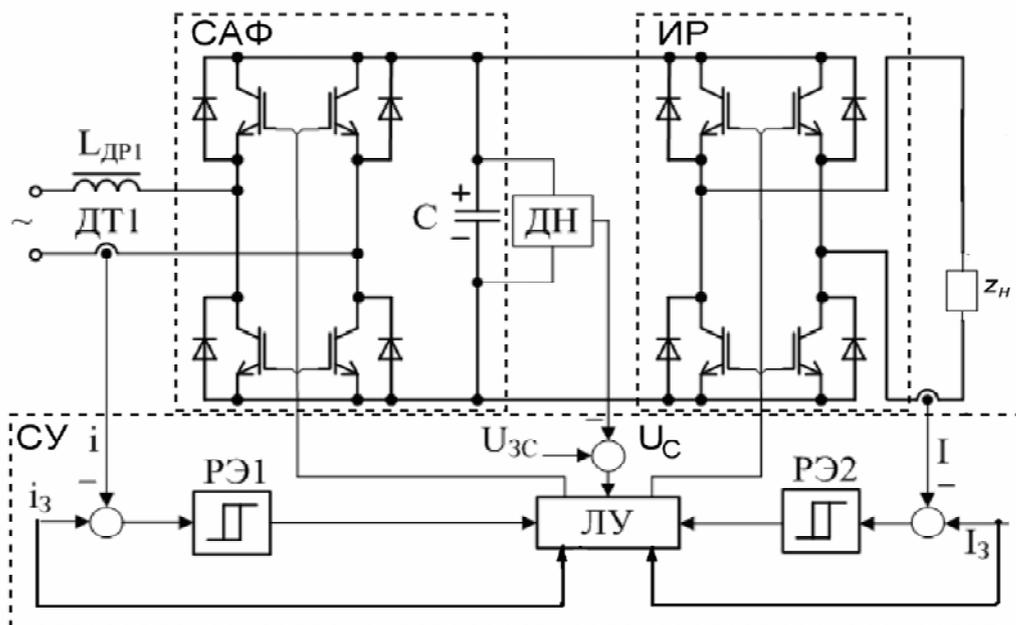


Рисунок 1 – Функциональная схема преобразователя

ДТ1 – датчик потребляемого из сети тока; ДТ2 – датчик тока нагрузки;
 ДН – датчик напряжения на конденсаторе; СУ – система управления
 САФ – силовой активный фильтр; ИР – импульсный регулятор

Ниже приводятся результаты компьютерного моделирования режимов работы предложенного преобразователя.

Режим стабилизации тока в цепи нагрузки. В данном случае преобразователь выступает в роли источника тока (ИТ), т.е. реализует режим при котором ток в цепи нагрузки не зависит от величины сопротивления. Принцип работы ИТ описан в [1]. На рисунке 2 представлены осциллограммы, показывающие реакцию ИТ на изменение напряжения сети (момент времени $t=0.052$ с, рисунок 2а) и на изменение сопротивления нагрузки (момент времени $t=0.123$ с, рисунок 2а). В обоих случаях ток в цепи нагрузки оставался неизменным, а потребляемый из сети ток оставался синусоидальным при $\cos\varphi=1$.

На рисунке 2б представлена реакция ИТ на уменьшение тока задания I_3 . Ток нагрузки I уменьшился с 15А до 10А (соответственно изменилась величина потребляемого из сети тока), сохранив при этом синусоидальную форму при $\cos\varphi=1$.

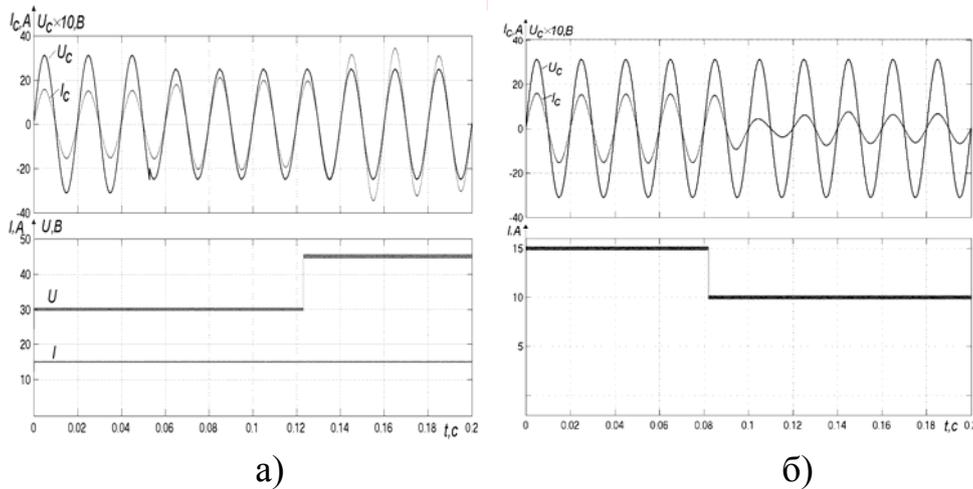


Рисунок 2 – Работа ИТ при действии возмущений

- а) изменение напряжения и сопротивления;
- б) изменение величины тока задания

Режим частотно-токового преобразования. В этом случае на вход подается I_3 соответствующей формы (в данном случае синусоидальной), ток в нагрузке повторяет величину и форму тока I_3 . Ток, потребляемый из сети, остается синусоидальным при $\cos\varphi=1$. На рисунке 3 показан процесс формирования тока в нагрузке с частотой 50Гц, 250Гц, 500Гц (прямое преобразование).

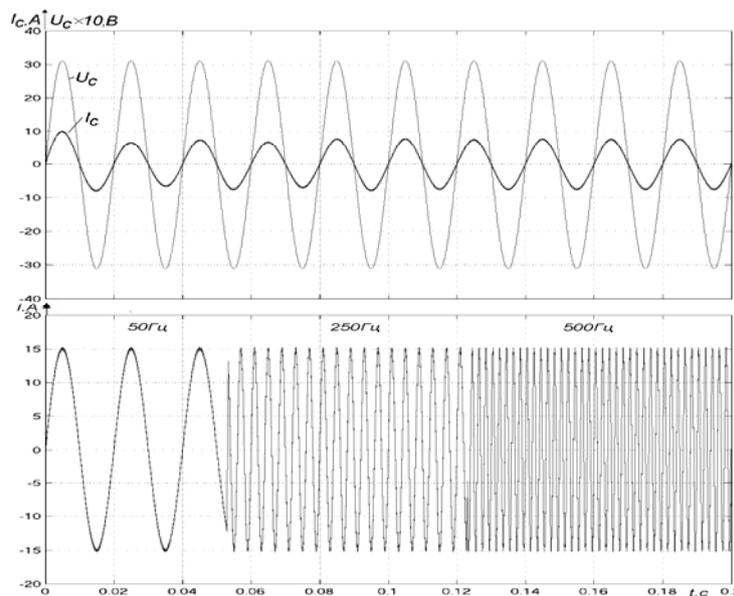


Рисунок 3 – Работа ИТ в режиме прямого ПЧ

На рисунке 4 показана работа ИТ также в режиме ПЧ. Отличие заключается в том, что в этом случае осуществляется преобразование постоянного напряжения U , подключенного к зажимам вместо Z_H , а нагрузка подключена ко входу преобразователя вместо сетевого напряжения (обратное преобразование). Из рисунка 4а следует, что в нагрузке сформирован ток с частотой 50Гц, 250Гц, 500Гц как и в случае представленном на рисунке 3. На рисунке 4б показана реакция ПЧ на увеличение сопротивления нагрузки (момент времени $t=0.052с$) и на увеличение постоянного напряжения U с 200В до 300В (момент времени $t=0.123с$). В обоих случаях ток в нагрузке оставался синусоидальным и неизменным по величине.

На рисунке 5 представлена зависимость максимально возможной частоты тока в нагрузке (частота пропускания) от ее индуктивности. Кривая 1 соответствует напряжению на конденсаторе активного фильтра 400В, кривая 2 – 600В.

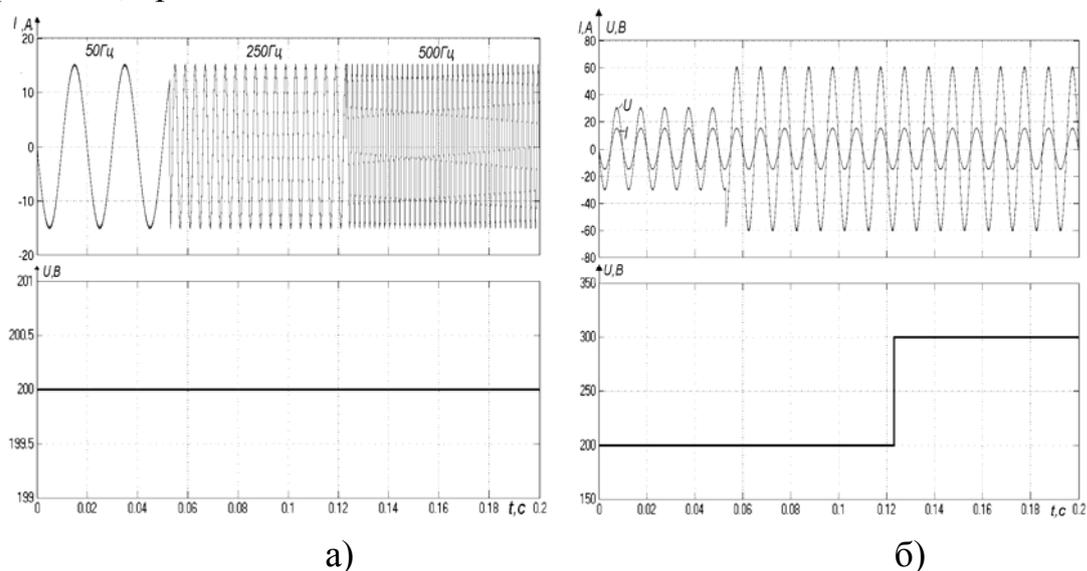


Рисунок 4 – Работа ИТ в режиме обратного ПЧ

- а) формирование тока с частотой 50Гц, 250Гц, 500Гц
- б) при увеличении сопротивления нагрузки и постоянного напряжения

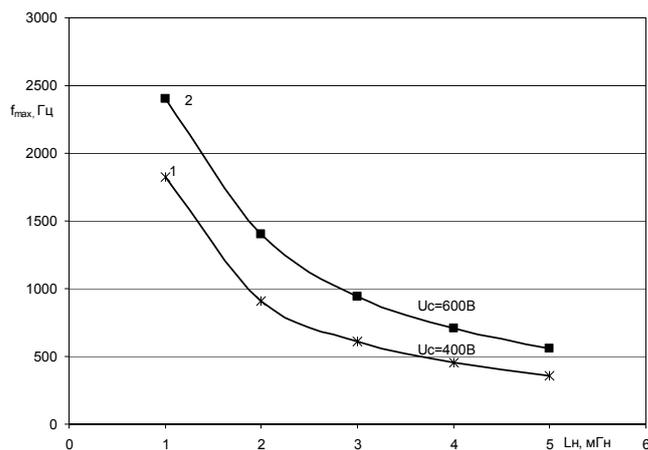


Рисунок 5 – Зависимость максимальной частоты тока в нагрузке от ее индуктивности

Из графиков следует, что с ростом индуктивности нагрузки L_n максимально достигаемая частота уменьшается, а при увеличении напряжения на конденсаторе – увеличивается. Максимальная частота фиксировалась в момент начала искажения формы тока I по отношению к форме тока I_3 .

Представленные зависимости совершенно одинаковые как в режиме преобразования переменного напряжения сети с $f=50Гц$ в переменный ток регулируемой частоты и его величины (прямое преобразование), так и в режиме преобразования постоянного напряжения в переменный ток регулируемой частоты и его величины (обратное преобразование).

Выводы. Предложенный авторами ИТ может работать как:

- преобразователь однофазного переменного напряжения неизменной частоты и амплитуды в постоянный ток с возможностью регулирования его величины и стабилизации на заданном уровне;
- преобразователь однофазного переменного напряжения неизменной частоты и амплитуды в однофазный ток различной формы и регулируемой амплитуды и частоты;
- преобразователь постоянного напряжения неизменной величины в однофазный ток регулируемой частоты и амплитуды.

Во всех режимах работы ИТ малочувствителен к действию внешних и внутренних возмущений, оставаясь при этом электромагнитно совместимым с сетью и нагрузкой.

Библиографический список

1. Дрючин В.Г. Однофазная электромагнитно совместимая с сетью система стабилизации тока / В.Г. Дрючин, Ю.П. Самчелев, И.С. Шевченко, Д.И. Морозов // Проблемы энергосбережения в электротехнических системах. Наука, освіта і практика. Наукове видання. – Кременчук: КНУ, 2011. – Вип 1/20011(1) – 426с.

Рекомендована к печати к.т.н., проф. Паэрандом Ю.Э